

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein schaltbares Ventiltriebbauteil zur variablen Übertragung eines von einer oder mehreren Nockenerhebungen erzeugten Hubes auf wenigstens ein Gaswechselventil einer Brennkraftmaschine. Das Ventiltriebbauteil weist mindestens zwei Übertragungsglieder auf, die durch ein oder mehrere Koppellemente in Übertragungsrichtung formschlüssig verbindbar sind, indem Kraftübertragungsflächenabschnitte der Koppellemente zwischen Kraftübertragungsflächenabschnitten der Übertragungsglieder einspannbar sind.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Gattungsgemäße Ventiltriebbauteile sind im Stand der Technik als wirksame Mittel bekannt, das Kraftstoffverbrauchs-, Leistungs- und Abgasemissionsverhalten von Brennkraftmaschinen gezielt zu optimieren. Derartige Ventiltriebbauteile besitzen üblicherweise betriebspunktabhängig verlagerbare Koppellemente, mit denen die Übertragungsglieder der Ventiltriebbauteile in Übertragungsrichtung formschlüssig verbindbar sind.

[0003] Hierzu zählen zunächst die im Kraftfluss zwischen einer Nockenwelle der Brennkraftmaschine und den Gaswechselventilen angeordneten schaltbaren Nockenfolger. Mit diesen können diskrete, auf den Betriebszustand der Brennkraftmaschine abgestimmte Nockenerhebungen selektiv auf ein Gaswechselventil übertragen oder zur Stilllegung des Gaswechselventils vollständig ausgeblendet werden. Einen guten Überblick über schaltbare Nockenfolger kann sich der Fachmann beispielsweise mit dem Handbuch "Verbrennungsmotor", das als erste Auflage im April 2002 im Vieweg-Verlag erschien, verschaffen. Dort sind im Kapitel 10.4.2, Seite 357 ff. für den Serieneinsatz ausgeführte Systeme mit stufenweiser Hub- und Öffnungsdauervariation des Gaswechselventils beschrieben. Dargestellt sind schaltbare Schwing- und Kipphebel sowie ein schaltbarer Tassenstößel, die über hydraulisch betätigte Koppellemente zur Verriegelung der Übertragungsglieder verfügen und zur Umschaltung oder Abschaltung des Gaswechselventilhubs dienen. Weiterhin ist in der WO 2004/094791-A1 ein schaltbarer Schlepphebel sowie in der DE 102 04 673 A1 ein schaltbarer Rollenstößel für einen Stößelstangen-Ventiltrieb - beide mit hydraulisch betätigten Koppellementen - vorgeschlagen. Unter einem schaltbaren Nockenfolger versteht der Fachmann schließlich auch ein in der Brennkraftmaschine ruhend gelagertes Abstützelement, wie es beispielsweise in der DE 44 04 145 A1 vorgeschlagen ist.

[0004] Zu den gattungsgemäßen Ventiltriebbauteilen gehören weiterhin auch die Steuerzeiten von Gaswechselventilen verändernden Nockenwellenversteller, die

ein oder mehrere Koppellemente zur Verriegelung eines Stators als antriebsseitiges Übertragungsglied mit einem Rotor als abtriebsseitiges Übertragungsglied aufweisen. Ein solches Koppellement hält bei hydraulisch betätigten Nockenwellenverstellern vorrangig die für den Startvorgang der Brennkraftmaschine erforderlichen Steuerzeiten aufrecht, da in diesem Betriebszustand noch kein ausreichender Hydraulikmitteldruck zur Versorgung des Nockenwellenverstellers zur Verfügung steht. Weitere Details und Ausführungen sind beispielsweise in dem Buch "Nockenwellenverstellungen für Ottomotoren" auf Seite 44 ff. beschrieben. Dieses Buch erschien im Jahr 2002 im Verlag Moderne Industrie.

[0005] Schließlich sind schaltbare Nockenwellen zu nennen, die über Nocken mit gegeneinander verstellbaren und mittels Koppellementen verriegelbaren Nockensegmenten als Übertragungsglieder verfügen. Eine derartige Nockenwelle geht unter anderem aus der WO 2004/109068 A1 hervor.

[0006] Allen genannten Ventiltriebbauteilen liegt das Prinzip zugrunde, deren Übertragungsglieder durch betriebspunktabhängig verlagerbare Koppellemente in Übertragungsrichtung formschlüssig zu verbinden. Im Hinblick auf eine einwandfreie Funktion der schaltbaren Ventiltriebbauteile über der Lebensdauer der Brennkraftmaschine kommt der Gestaltung der Koppellemente und ihrer Kontaktpartner in den Übertragungsgliedern höchste Bedeutung zu. Eine wesentliche Zielsetzung dabei ist eine dauerhaft leichtgängige Verlagerbarkeit der Koppellemente als Voraussetzung für deren reproduzierbaren Umschaltvorgang, der bei schaltbaren Nockenfolgern oder schaltbaren Nockenwellen auch bei höchsten Drehzahlen und/oder bei kalter Brennkraftmaschine mit hochviskosem Schmieröl innerhalb einer Nockengrundkreisphase abgeschlossen sein soll. Hierzu sind hydraulisch betätigte Koppellemente üblicherweise in einer engen Spielpassung geführt, um einen schnellen Druckaufbau vor den Koppellementen zu erzeugen, wobei aufgrund der engen Spielpassung gleichzeitig ein geringes und gering streuendes mechanisches Spiel innerhalb der schaltbaren Ventiltriebbauteile gewährleistet werden kann. Da der Öffnungsverlauf der Gaswechselventile gegenüber der zugehörigen Nockenerhebung durch das mechanische Spiel verändert wird, ist es eine weitere Zielsetzung, das mechanische Spiel und dessen Streuung insbesondere bei schaltbaren Nockenfolgern so konstant wie möglich über der Lebensdauer der Brennkraftmaschine zu halten, um möglichst gleichmäßige und konstante Öffnungsverläufe aller Gaswechselventile der Brennkraftmaschine zu generieren. Dies ist beispielsweise Voraussetzung für eine dauerhaft gute Leerlaufqualität der Brennkraftmaschine, die besonders in diesem Betriebspunkt sensibel auf Änderungen der Steuerzeiten gleichzeitig geöffneter Einlass- und Auslassventile reagiert.

[0007] Eine wesentliche Voraussetzung für die dauerhaft leichtgängige Verlagerbarkeit sowie das möglichst konstante mechanische Spiel der Koppellemente ist die

Form- und Oberflächenbeständigkeit der Koppellemente und deren Kontaktpartner in den Übertragungsgliedern. Insofern dürfen auch höchste Oberflächenbeanspruchungen weder zu einer nennenswerten Deformation noch zu einem nennenswerten Verschleiß der beanspruchten Oberflächen führen. Diese Oberflächenbeanspruchungen resultieren zunächst aus Materialspannungen im Bereich Hertz'scher Pressungskontakte oder im Bereich von Kantenrändern, die zwischen Koppellementen und Übertragungsgliedern beispielsweise im Bereich der von den Koppellementen überspannten Trennfugen zwischen den Übertragungsgliedern auftreten. Weiterhin kommt es unter dynamischer Beanspruchung der zwischen den Übertragungsgliedern eingespannten Koppellemente zu gegenseitigen Mikrobewegungen der beteiligten Oberflächen, die bei einem mangelhaften Schmierölfilm und/oder bei einem vergleichsweise hohen Anteil abrasiv wirkender Partikel im Schmieröl einem erheblichen Risiko eines unzulässig hohen adhäsiven und/oder abrasiven Verschleißes ausgesetzt sind. Diese Partikel können beispielsweise Rußpartikel als Produkt einer unvollständigen Verbrennung der Brennkraftmaschine sein, die über das so genannte Blow-by in das Kurbelgehäuse und somit über das Schmieröl zu den Koppellementen gelangen.

[0008] Diesem Verschleißrisiko sind besonders dynamisch hochbelastete schaltbare Ventiltriebbauteile wie beispielsweise Nockenfolger mit vergleichsweise hoher bewegter Masse ausgesetzt. Hierzu zählen in erster Linie schaltbare Rollenstößel für Stößelstangen-Ventiltriebe oder auch schaltbare Schleppebel, bei denen es zu unzulässig hohem Verschleiß und Verschleißfortschritt der Koppellemente und ihrer Kontaktpartner in den Übertragungsgliedern während des Betriebs der Brennkraftmaschine kommen kann. Aus dem einschlägigen und eingangs beispielhaft zitierten Stand der Technik sind der Anmelderin jedoch keine Mittel bekannt, diese Problematik unter Berücksichtigung von Herstellungs- und Kostenaspekten einer Großserienfertigung zu beseitigen.

Aufgabe der Erfindung

[0009] Es ist somit Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein schaltbares Ventiltriebbauteil zu schaffen, bei dem die Koppellemente sowie deren Kontaktpartner ausreichend gegen adhäsiven und insbesondere gegen abrasiven Verschleiß geschützt sind.

Zusammenfassung der Erfindung

[0010] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass zumindest einer der Kraftübertragungsflächenabschnitte mit einer Verschleißschuttschicht versehen ist, die aus mindestens einer metallfreien amorphen Kohlenwasserstoffschicht mit sp^2 - und sp^3 -hybridisiertem Kohlenstoff besteht. Der mit der amorphen Kohlenwasserstoffschicht beschichtete Kraftübertragungsflächenabschnitt zeichnet sich neben der geforderten Verschleißbeständigkeit auch durch einen reduzierten Reibkoeffizienten aus. Dies hat den zusätzlichen Vorteil, dass die Verlagerungsgeschwindigkeit der Koppellemente weiter erhöht werden kann, so dass auch bei sehr hohen Drehzahlen der Brennkraftmaschine mit entsprechend zeitlich kurzer Nockengrundkreisphase ein ausreichend schneller und reproduzierbarer Umschaltvorgang des Ventiltriebbauteils gewährleistet werden kann.

[0011] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung weist die amorphe Kohlenwasserstoffschicht einen Wasserstoffanteil von maximal 16 Atom-% und prozessbedingte Verunreinigungen, beispielsweise in Form von O- oder Ar-Atomen, Metallen oder dergleichen, von weniger als 1 Atom-% auf. Dadurch besitzen Kraftübertragungsflächenabschnitte, die mit der Verschleißschuttschicht versehen sind, bei hoher abrasiver Verschleißbeständigkeit eine geringe Adhäsionsneigung zu einem metallischen Gegenkörper in Form eines nicht beschichteten Kraftübertragungsflächenabschnitts. Gleichzeitig ist eine derartige Kohlenwasserstoffschicht durch eine hohe chemische Beständigkeit, hohe mechanische Festigkeiten und hohe Härte/E-Modulverhältnisse gekennzeichnet. Ein höherer Wasserstoffanteil könnte zu unerwünschten Verbindungen mit Schmiermitteln oder dergleichen führen.

[0012] Die amorphe Kohlenwasserstoffschicht soll weiterhin eine Dicke von 0,8 μm bis 2,5 μm besitzen. Dabei kann gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel zwischen dem Kraftübertragungsflächenabschnitt und der Verschleißschuttschicht wenigstens eine Haftvermittlungsschicht und/oder wenigstens eine Zwischenschicht vorgesehen sein. Die Haftvermittlungsschicht besteht zweckmäßigerweise aus metallischen Stoffen, Boriden, Carbiden und/oder Nitriden der Übergangsmetalle und weist eine Dicke von etwa 0,1 μm bis 0,5 μm auf. Die Zwischenschicht soll vorzugsweise als metallhaltige Kohlenwasserstoffschicht, deren Metallkomponenten aus W, Ti, Hf, Ge oder einer Kombination der vorgenannten Komponenten bestehen, ausgebildet sein und eine Dicke von etwa 0,5 μm bis 2,0 μm aufweisen.

[0013] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung soll das Ventiltriebbauteil als Rollenstößel zur abschaltbaren Übertragung einer Nockenerhebung auf eine Stößelstange ausgebildet sein. Dabei sind die Übertragungsglieder des Rollenstößels als hohlzylindrisches Außenteil und als zylindrisches Innenteil ausgebildet, das im Außenteil entgegen der Kraft eines Lost-Motion-Federmittels längsverschiebbar gelagert ist. Ferner sind die Koppellemente als zwei teilzylindrische Kolben ausgebildet, die in einer hohlzylindrischen Querboreung des Innenteils längsverschiebbar gelagert sind und jeweils einen dem Außenteil zugewandten ersten axialen Endabschnitt mit einer ebenen Kontaktfläche einer stufenförmigen Einformung aufweisen. Außerdem sind die Kraftübertragungsflächenabschnitte jedes Kolbens zum einen durch die ebene Kontaktfläche und

zum anderen durch einen der Kontaktfläche radial gegenüberliegenden ersten Außenmantelabschnitt des ersten axialen Endabschnitts des Kolbens und schließlich durch einen dem ersten Außenmantelabschnitt radial gegenüberliegenden zweiten Außenmantelabschnitt eines zweiten axialen Endabschnitts des Kolbens gebildet. Dabei soll die Verschleißschuttschicht ausschließlich an den Kolben vorgesehen sein, wobei zumindest deren Kraftübertragungsflächenabschnitte mit der Verschleißschuttschicht versehen sind.

[0014] Der schaltbare Rollenstößel lässt sich in dieser Ausführungsform ausreichend verschleißbeständig und kostengünstig darstellen, da die Kohlenwasserstoffschicht lediglich auf dem Kolben mit vergleichsweise kleiner Oberfläche abgeschieden wird. Darüber hinaus sind die außen liegenden Kraftübertragungsflächenabschnitte der Kolben den für das Aufbringen der Verschleißschuttschicht vorgesehenen Beschichtungsanlagen deutlich besser zugänglich als innen liegende Kraftübertragungsflächenabschnitte, wie die innerhalb des Außenteils verlaufende Ringfläche der Ringnut oder die hohlzylindrische Querboreung des Innenteils.

[0015] In vorteilhafter Fortbildung der Erfindung ist schließlich vorgeschlagen, dass für die Kolben 16MnCr5 oder 100Cr6 als Werkstoff vorgesehen ist. Dabei soll die Haftvermittlungsschicht zumindest nahezu vollständig aus Cr und die Zwischenschicht maximal 20% W sowie maximal 20% H enthalten.

[0016] Die Erfindung wird an nachstehendem Ausführungsbeispiel näher erläutert.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0017] Die Erfindung ist anhand der beiliegenden Zeichnungen mit einem schaltbaren Rollenstößel als Ausführungsbeispiel für das erfindungsgemäße Ventiltriebbau teil näher erläutert. Es zeigen:

- Figur 1 den schaltbaren Rollenstößel im Längsschnitt,
- Figur 2 eine perspektivische Ansicht eines längsgeschnittenen Außengehäuses des Rollenstößels,
- Figur 3 eine perspektivische Ansicht eines Kolbens des Rollenstößels,
- Figur 4 ein Innenteil des Rollenstößels im Längsschnitt und
- Figur 5 eine stark vergrößerte Darstellung der Ansicht A aus Figur 3 mit einem beschichteten Kraftübertragungsflächenabschnitt.

Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

[0018] In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszei-

chen gleiche oder funktionsgleiche Komponenten, soweit nichts Gegenteiliges angegeben ist.

[0019] Figur 1 offenbart ein schaltbares Ventiltriebbau teil 1, das hier als Rollenstößel 2 eines Stößelstangen-Ventiltriebs mit abschaltbarer Übertragung einer nicht dargestellten Nockenerhebung ausgebildet ist. Als Übertragungsglieder 3, 4 des Rollenstößels 2 dienen ein hohlzylindrisches Außenteil 5 und ein zylindrisches Innenteil 6, das im Außenteil 5 entgegen der Kraft eines als Doppelfeder ausgebildeten Lost-Motion-Federmittels 7 längsverschiebbar gelagert ist. Das Innenteil 6 und das Außenteil 5 sind in Übertragungsrichtung mittels hydraulisch angesteuerter Koppellemente 8 formschlüssig miteinander verbindbar. Hierzu sind die Koppellemente 8 als zwei teilzylindrische Kolben 9 ausgebildet, die in einer hohlzylindrischen Querboreung 10 des Innenteils 6 längsverschiebbar gelagert sind. Unter nachfolgender Einbeziehung der Figuren 2 bis 4 weist jeder Kolben 9 einen dem Außenteil 5 zugewandten ersten axialen Endabschnitt 11 mit einer ebenen Kontaktfläche 12 einer stufenförmigen Einförmung 13 auf. Sofern sich der Rollenstößel 2 zur Übertragung der Nockenerhebung im verriegelten Zustand gemäß Figur 1 befindet, werden die Kolben 9 periodisch mit der Nockenerhebung zwischen einer Ringfläche 14 einer im Außenteil 5 verlaufenden Ringnut 15 und der Querboreung 10 des Innenteils 6 eingespannt. Dabei wirken die in Figur 3 gepunktet und schematisch dargestellten Bereiche als Kraftübertragungsflächenabschnitte 16 der Kolben 9. Im einzelnen sind dies die Kontaktfläche 12, ein der Kontaktfläche 12 radial gegenüberliegender erster Außenmantelabschnitt 17 am ersten axialen Endabschnitt 11 sowie ein zweiter Außenmantelabschnitt 18 an einem zweiten axialen Endabschnitt 19 des Kolbens 9, wobei der zweite Außenmantelabschnitt 18 dem ersten Außenmantelabschnitt 17 radial gegenüberliegt.

[0020] Die mit den jeweiligen Kraftübertragungsflächenabschnitten 16 eines Kolbens 9 korrespondierenden Kraftübertragungsflächenabschnitte 20 der Übertragungsglieder 3, 4 sind in den Figuren 2 und 4 ebenfalls gepunktet dargestellt. Es handelt sich beim Außenteil 5 um die Ringfläche 14 der Ringnut 15 und beim Innenteil 6 um einen mündungsseitigen Innenmantelabschnitt 21 der Querboreung 10, auf dem sich der erste Außenmantelabschnitt 17 des Kolbens 9 abstützt, sowie um einen dem Innenmantelabschnitt 21 radial gegenüberliegenden und den zweiten Außenmantelabschnitt 18 des Kolbens 9 abstützenden Innenmantelabschnitt 22.

[0021] Die periodisch auftretende Einspannung der Kolben 9 zwischen Ringfläche 14 und Querboreung 10 führt zu gegenseitigen Mikrobewegungen der an der Übertragung der Nockenerhebung beteiligten Kraftübertragungsflächenabschnitte 16, 20. In Verbindung mit einem mangelhaften Schmieröl film zwischen den Kraftübertragungsflächenabschnitten 16, 20 und/oder bei einem vergleichsweise hohen Anteil abrasiv wirkender Partikel im Schmieröl sind die Kraftübertragungsflächenabschnitte 16, 20 folglich einem erheblichen Risiko eines

unzulässig hohen adhäsiven und/oder abrasiven Verschleißes ausgesetzt.

[0022] Zur Vermeidung dieses Risikos ist das Aufbringen einer Verschleißschuttschicht 23 vorgesehen. Dabei ist es bei dem dargestellten Rollenstößel 2 unter Berücksichtigung von Herstellungs- und Kostenaspekten möglich, die Verschleißschuttschicht 23 ausschließlich für die Kolben 9 vorzusehen und bei den Kraftübertragungsflächenabschnitten 20 von Innenteil 6 und Außenteil 5 auf die Verschleißschuttschicht 23 zu verzichten. Darüber hinaus kann es auch ausreichend sein, dass lediglich die Kraftübertragungsflächenabschnitte 16 der Kolben 9 beschichtet sind, wodurch sich ein ausreichender Verschleißschutz sowohl für die Kraftübertragungsflächenabschnitte 16 der Kolben 9 als auch für die Kraftübertragungsflächenabschnitte 20 von Außenteil 5 und Innenteil 6 einstellt. Dennoch können sich insbesondere in Abhängigkeit von der Geometrie der Kolben 9 und der spezifischen Ausbildung einer zum Aufbringen der Verschleißschuttschicht 23 verwendeten Beschichtungsanlage auch zwischen den Kraftübertragungsflächenabschnitten 16 verlaufende Übergangsbereiche mit von der Verschleißschuttschicht 23 abweichenden Schichtdicken ausbilden.

[0023] In Figur 5 ist die auf den zweiten Außenmantelabschnitt 18 des Kolbens 9 weisende Ansicht A mit stark vergrößerter Ausbildung der Verschleißschuttschicht 23 dargestellt. Der Kolben 9 besteht aus 100Cr6 oder 16MnCr5 und wird im letzteren Falle vor dem Beschichtungsvorgang carbonitriert und angelassen. Auf den Kolben 9 wird zunächst eine aus Cr bestehende Haftvermittlungsschicht 24 abgeschieden. Dies erfolgt mittels eines PVD-Verfahrens (Physical Vapour Deposition), wobei prozessbedingte Verunreinigungen beispielsweise infolge O- oder Ar-Atomen, Metallen oder dergleichen von bis zu 1 Atom-% tolerierbar sind. Die Haftvermittlungsschicht 24 weist eine Dicke von 0,1 µm bis 0,5 µm auf und dient einer verbesserten Anbindung einer Zwischenschicht 25 und der Verschleißschuttschicht 23 an die Kraftübertragungsflächenabschnitte 16.

[0024] Die Zwischenschicht 25 wird ebenfalls mittels eines PVD-Verfahrens auf der Haftvermittlungsschicht 24 abgeschieden und ist als metallhaltige Kohlenwasserstoffschicht (Me-C:H) mit maximal 20 % W und maximal 20 % H ausgebildet. Die Dicke der Zwischenschicht 25 beträgt etwa 0,5 µm bis 2,0 µm und dient einer verbesserten Anbringung der Verschleißschuttschicht 23 auf der Haftvermittlungsschicht 24. Die Verschleißschuttschicht 23 ist als amorphe Kohlenwasserstoffschicht (a-C:H) ausgebildet und wird vorzugsweise mittels eines PVD- und/oder (PA)CVD-Verfahrens (Plasma Assisted Chemical Vapour Deposition) auf der Zwischenschicht 25 abgeschieden.

[0025] Die aus der Haftvermittlungsschicht 24, der Zwischenschicht 25 und der Verschleißschuttschicht 23 aufgebaute Gesamtschicht besitzt eine Schichtdicke von etwa 1,0 µm bis 5,0 µm. Durch eine derartige Schichtdicke ändern sich die Abmessungen der beschichteten

Kraftübertragungsflächenabschnitte 16 und gegebenenfalls 20 in einem so geringen Maße, dass keine Nachbearbeitung notwendig ist und die eingestellte Oberflächenstruktur bzw. Topographie der beschichteten Oberfläche beibehalten wird. Ebenso wenig bedarf die amorphe Kohlenwasserstoffschicht einer nachträglichen Wärmebehandlung. Bei den so beschichteten Kolben 9 werden die tribologischen Aufgaben, nämlich die Verschleißbeständigkeit der Kraftübertragungsflächenabschnitte 16, 20 bei gleichzeitiger Reduzierung des Reibkoeffizienten von der Verschleißschuttschicht 2Q vom Kolben 9 übernommen werden.

[0026] Der niedrige Reibkoeffizient der Verschleißschuttschicht 23 außerdem auch zu einer deutlichen Reibungsreduzierung der Kolben 9 zugunsten einer erhöhten Verlagerungsgeschwindigkeit der Kolben 9 innerhalb der Querbohrung 10 des Innenteils 6. Dies gewährleistet einen ausreichend schnellen und reproduzierbaren Umschaltvorgang des Rollenstößels 2 auch bei hohen Drehzahlen der Brennkraftmaschine.

Liste der Bezugszahlen

[0027]

- | | | |
|----|----|-----------------------------------|
| 25 | 1 | Ventiltriebbauteil |
| | 2 | Rollenstößel |
| | 3 | Übertragungsglied |
| | 4 | Übertragungsglied |
| 30 | 5 | Außenteil |
| | 6 | Innenteil |
| | 7 | Lost-Motion-Federmittel |
| | 8 | Koppelement |
| | 9 | Kolben |
| 35 | 10 | Querbohrung |
| | 11 | erster axialer Endabschnitt |
| | 12 | Kontaktfläche |
| | 13 | Einformung |
| | 14 | Ringfläche |
| 40 | 15 | Ringnut |
| | 16 | Kraftübertragungsflächenabschnitt |
| | 17 | erster Außenmantelabschnitt |
| | 18 | zweiter Außenmantelabschnitt |
| | 19 | zweiter axialer Endabschnitt |
| 45 | 20 | Kraftübertragungsflächenabschnitt |
| | 21 | Innenmantelabschnitt |
| | 22 | Innenmantelabschnitt |
| | 23 | Verschleißschuttschicht |
| | 24 | Haftvermittlungsschicht |
| 50 | 25 | Zwischenschicht |

Patentansprüche

- 55 1. Schaltbares Ventiltriebbauteil (1) zur variablen Übertragung eines von einer oder mehreren Nockenerhebungen erzeugten Hubes auf wenigstens ein Gaswechselventil einer Brennkraftmaschine, mit minde-

- stens zwei Übertragungsgliedern (3, 4), die durch ein oder mehrere Koppellemente (8) in Übertragungsrichtung formschlüssig verbindbar sind, indem Kraftübertragungsflächenabschnitte (16) der Koppellemente (8) zwischen Kraftübertragungsflächenabschnitten (20) der Übertragungsglieder (3, 4) einspannbar sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest einer der Kraftübertragungsflächenabschnitte (16, 20) mit einer Verschleißschuttschicht (23) versehen ist, die aus mindestens einer metallfreien amorphen Kohlenwasserstoffschicht mit sp^2 - und sp^3 -hybridisiertem Kohlenstoff besteht.
2. Ventiltriebsbauteil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die amorphe Kohlenwasserstoffschicht einen Wasserstoffanteil von maximal 16 Atom-% und prozessbedingte Verunreinigungen von weniger als 1 Atom-% aufweist.
3. Ventiltriebsbauteil nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die amorphe Kohlenwasserstoffschicht eine Dicke von etwa $0,8 \mu m$ bis $2,5 \mu m$ aufweist.
4. Ventiltriebsbauteil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem zumindest einen der Kraftübertragungsflächenabschnitte (16, 20) und der Verschleißschuttschicht (23) wenigstens eine Haftvermittlungsschicht (24) und/oder wenigstens eine Zwischenschicht (25) vorgesehen ist.
5. Ventiltriebsbauteil nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Haftvermittlungsschicht (24) aus metallischen Stoffen, Boriden, Carbiden und/oder Nitriden der Übergangsmetalle besteht und eine Dicke von etwa $0,1 \mu m$ bis $0,5 \mu m$ aufweist.
6. Ventiltriebsbauteil nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Zwischenschicht (25) als metallhaltige Kohlenwasserstoffschicht, deren Metallkomponenten aus W, Ti, Hf, Ge oder einer Kombination der vorgenannten Komponenten bestehen, ausgebildet ist und eine Dicke von etwa $0,5 \mu m$ bis $2,0 \mu m$ aufweist.
7. Ventiltriebsbauteil nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventiltriebsbauteil (1) als Rollenstößel (2) zur abschaltbaren Übertragung einer Nockenenergie auf eine Stößelstange ausgebildet ist und folgende Merkmale aufweist:
- als Übertragungsglieder (3, 4) des Rollenstößels (2) dienen ein hohlzylindrisches Außenteil (5) und ein zylindrisches Innenteil (6), das im Außenteil (5) entgegen der Kraft eines Lost-Motion-Federmittels (7) längsverschiebbar gelagert ist;
 - die Koppellemente (8) sind als zwei teilzylindrische Kolben (9) ausgebildet, die in einer hohlzylindrischen Querbohrung (10) des Innenteils (6) längsverschiebbar gelagert sind und jeweils einen dem Außenteil (5) zugewandten ersten axialen Endabschnitt (11) mit einer ebenen Kontaktfläche (12) einer stufenförmigen Einformung (13) aufweisen;
 - die Kraftübertragungsflächenabschnitte (16) jedes Kolbens (9) sind durch die ebene Kontaktfläche (12), durch einen der Kontaktflächen (12) radial gegenüberliegenden ersten Außenmantelabschnitt (17) des ersten axialen Endabschnitts (11) sowie durch einen dem ersten Außenmantelabschnitt (17) radial gegenüberliegenden zweiten Außenmantelabschnitt (18) eines zweiten axialen Endabschnitts (19) des Kolbens (9) gebildet, und
 - die Verschleißschuttschicht (23) ist ausschließlich an den Kolben (9) vorgesehen, wobei zumindest deren Kraftübertragungsflächenabschnitte (16) mit der Verschleißschuttschicht (23) versehen sind.
8. Ventiltriebsbauteil nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die Kolben (9) 16MnCr5 oder 100Cr6 als Werkstoff vorgesehen ist, wobei die Haftvermittlungsschicht (24) zumindest nahezu vollständig aus Cr und die Zwischenschicht (25) maximal 20% W sowie maximal 20% H enthält.

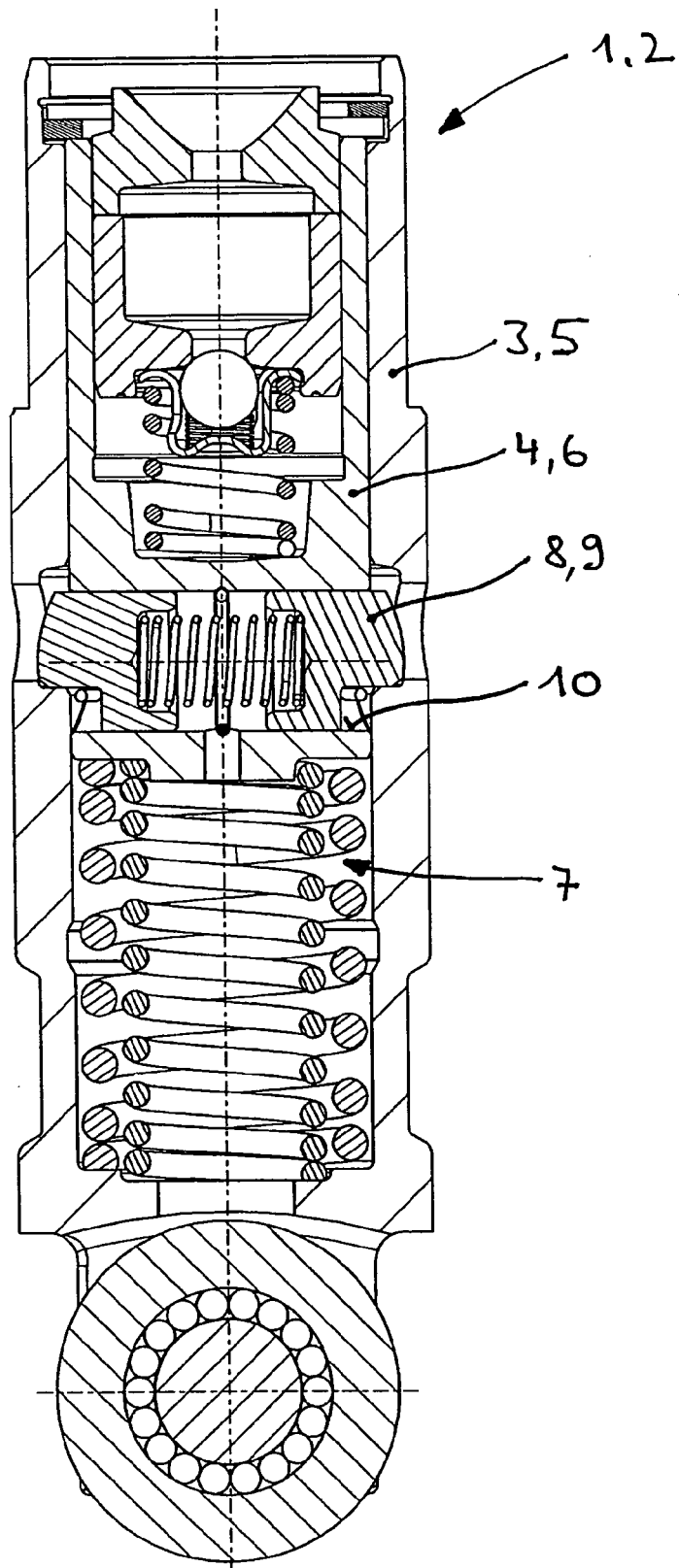


Fig. 1

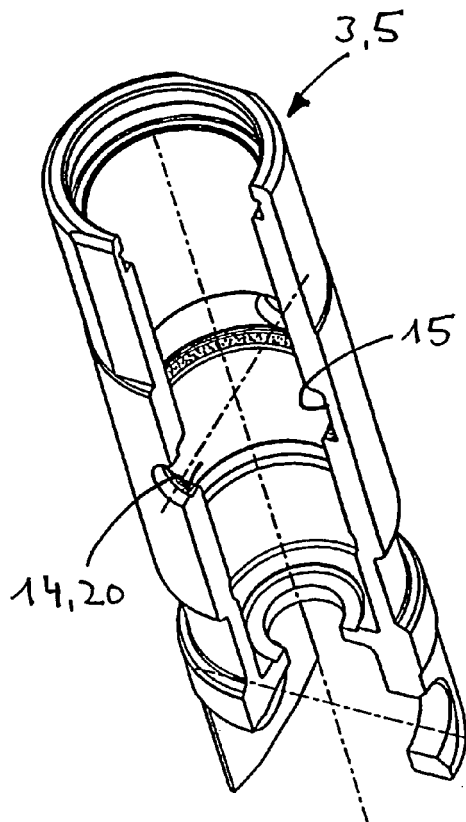


Fig. 2

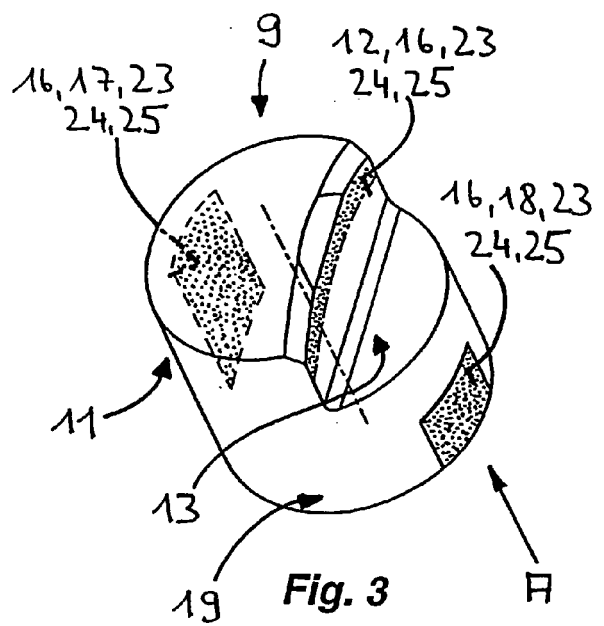


Fig. 3

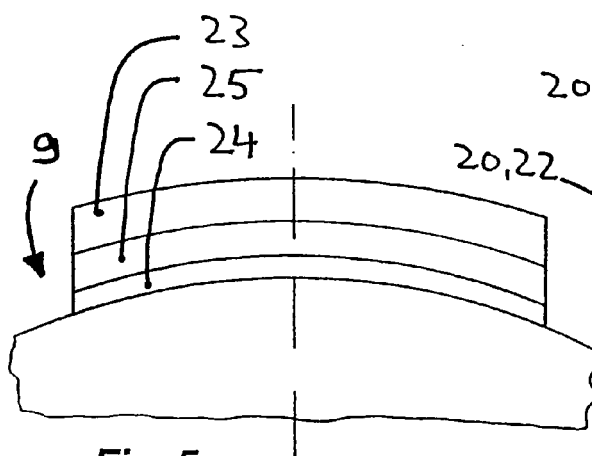


Fig. 5

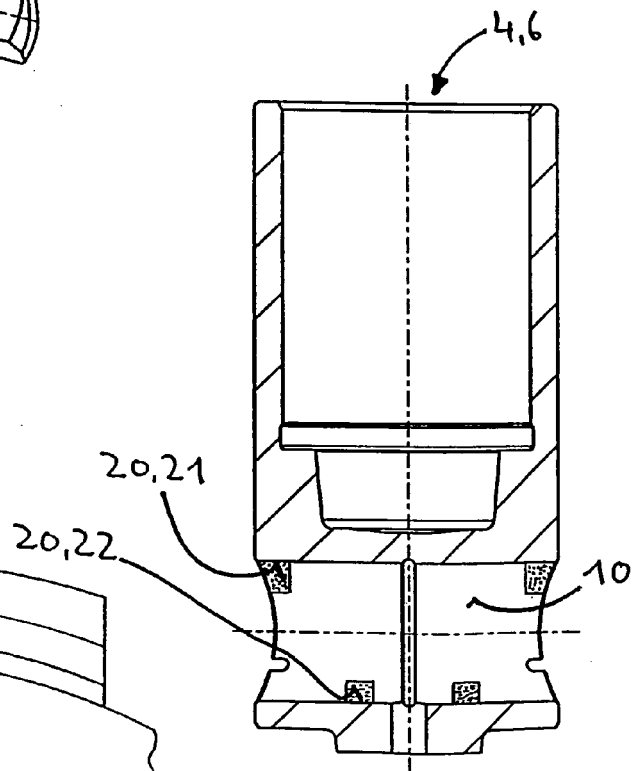


Fig. 4

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2004094791 A1 [0003]
- DE 10204673 A1 [0003]
- DE 4404145 A1 [0003]
- WO 2004109068 A1 [0005]